

实 验 报 告

题 目：RLC电路的暂态过程

学 院：物理学院

学 号：11210615

姓 名：石航瑞

组 别：X2

实验地点：唐敖庆楼B区

实验时间：2023年6月8日

1. 实验原理

电路的暂态过程即电路的充放电过程，其电路图如图所示，其电路方程为：

将代入上式，方程可写为：

和

对于充电过程有：

放电过程为：

可以发现充放电的快慢由决定，令为电路的时间常量，当的时候，有.

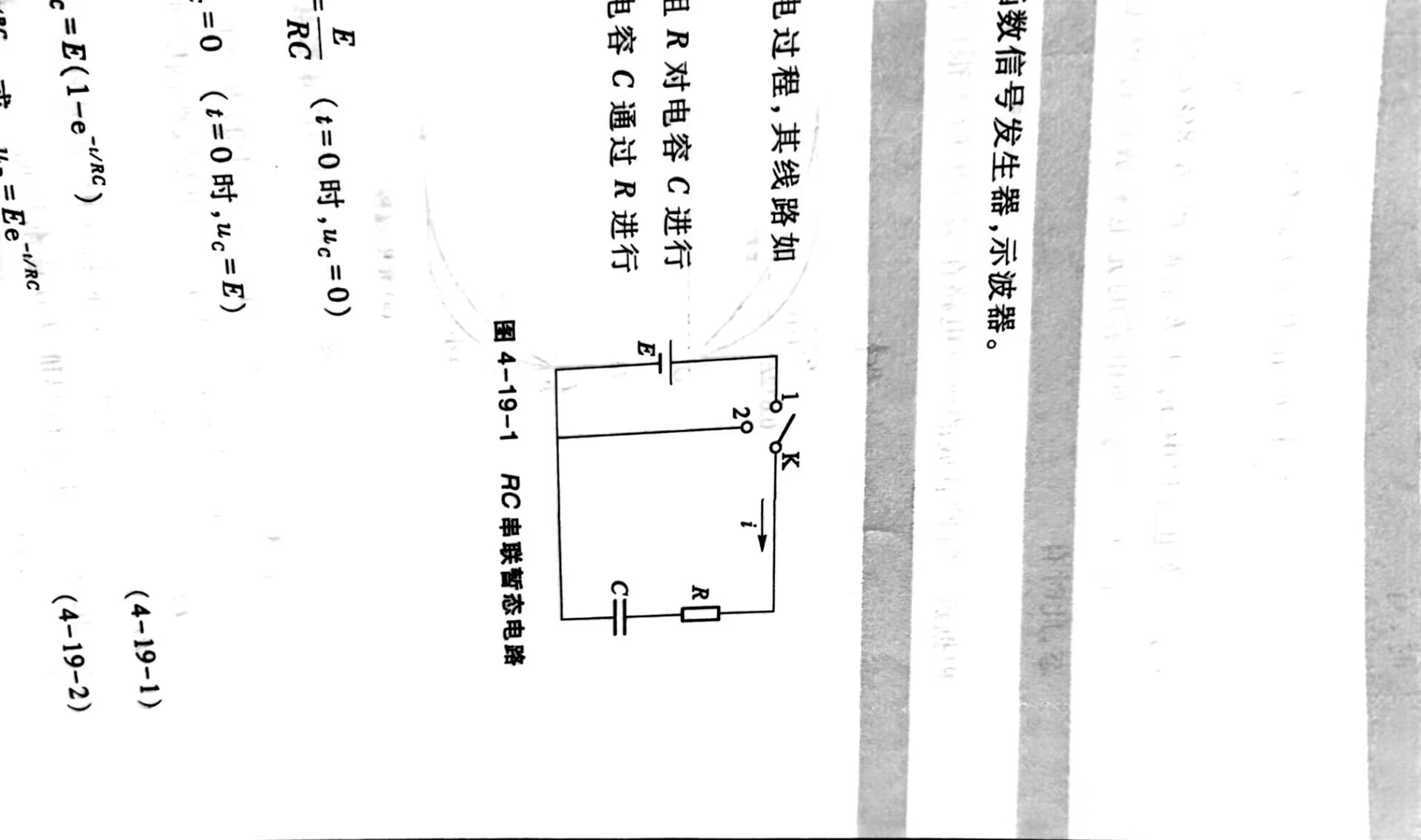


图 串联电路

对于电路的暂态过程，其电路图如图 所示，其电路方程为：

电流增加过程中：

在电流下降过程中：

将代入上述方程可得：

在电流增加过程中：

在电流下降过程中：

时间常量的大小标志着和电感上电压均按照指数变化。

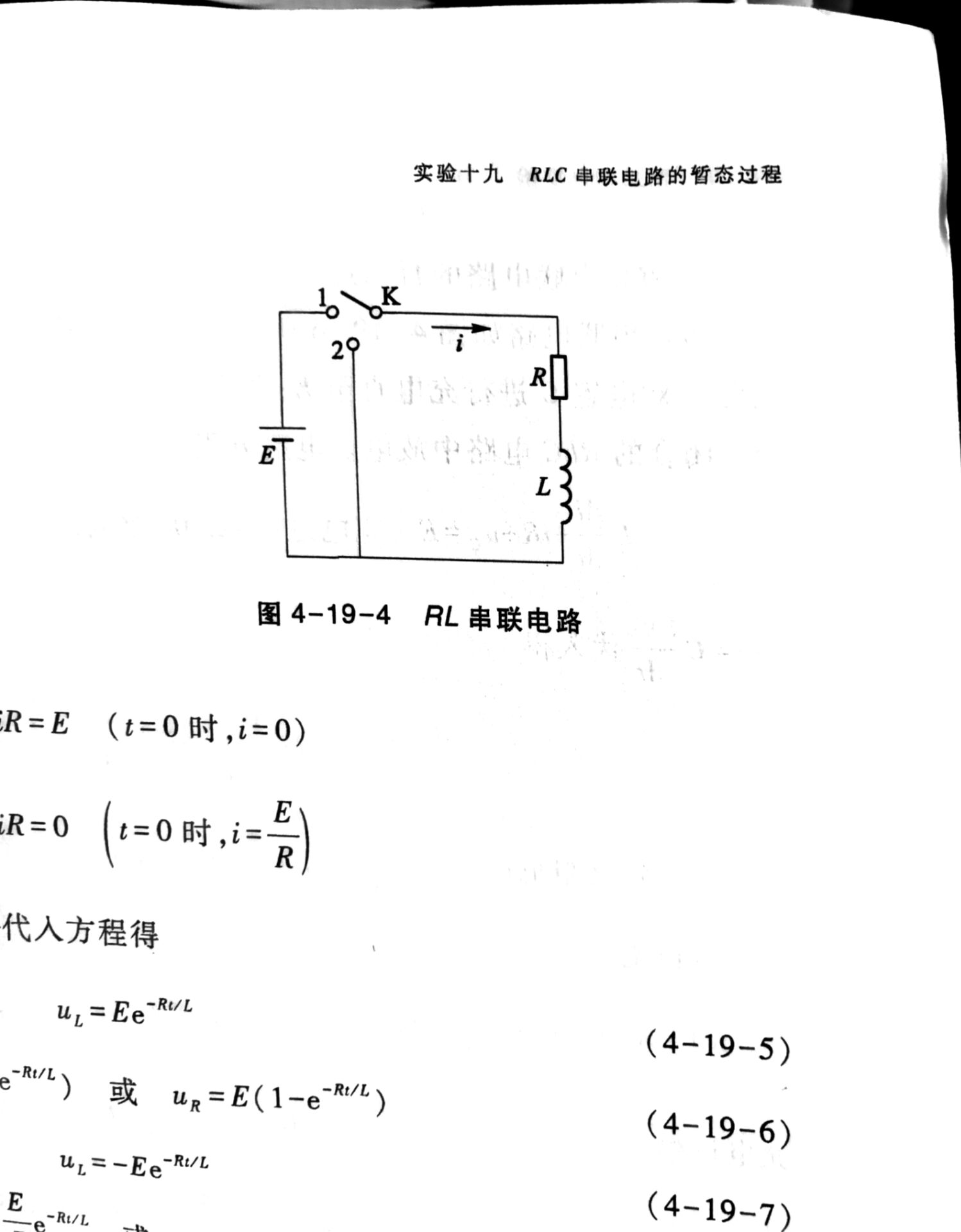


图2 RL串联电路

对于电路的暂态过程，其电路方程为：

将代入可得：

我们定义阻尼度，方程的解与有关，存在三种情况。

当时，其解为：

式中时间常量

衰减的角频率

当时，其解为：

式中。

当时，方程的解为：

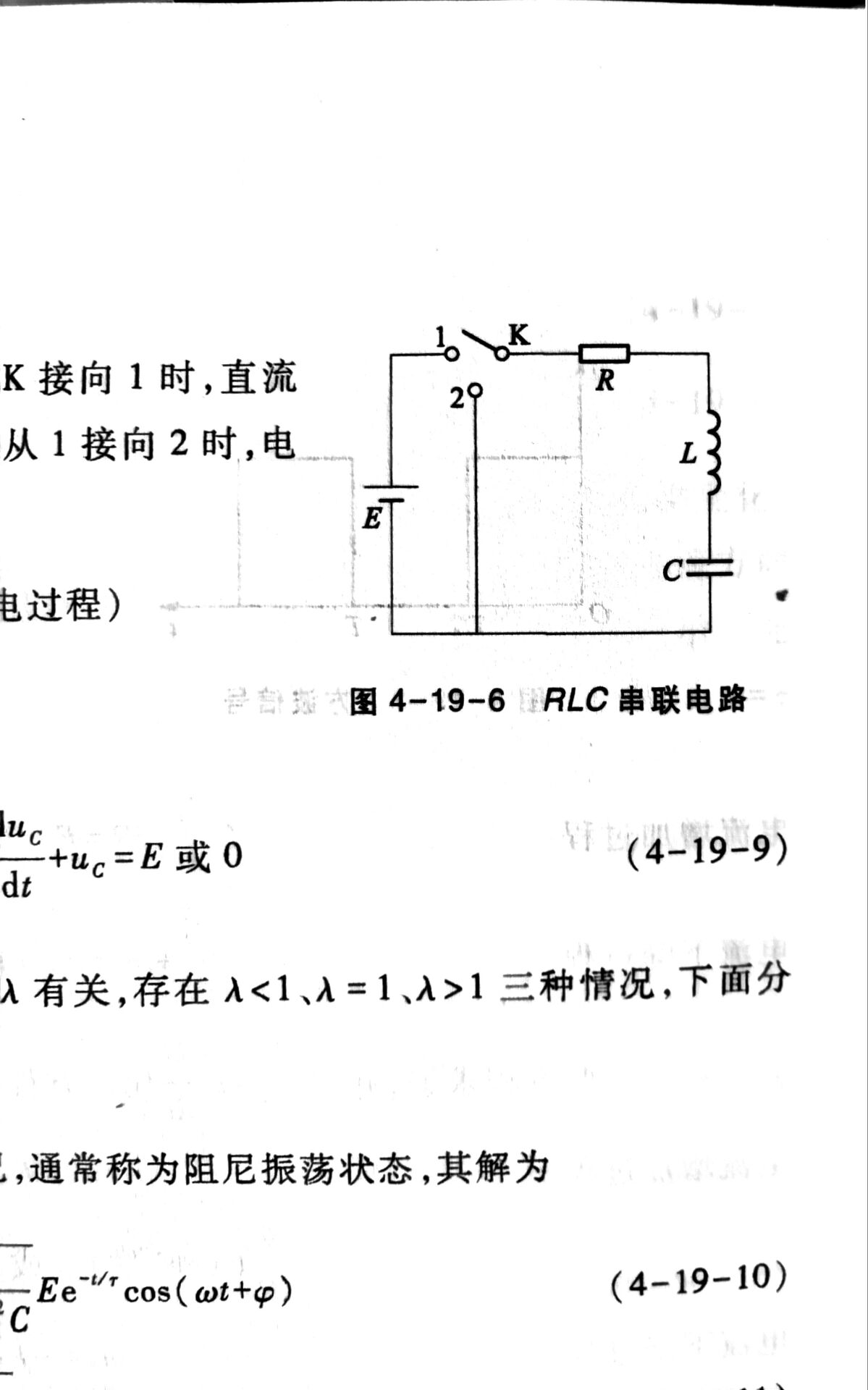


图 串联电路

1. 实验步骤

1. RC串联电路暂态过程的研究

按图4连接线路，取，观察其波形，测量时间常量τ，并与理论值相比较。

2. 串联电路的暂态过程的研究

参考图4设计电路，取，观察其波形，测量时间常量τ，并与理论值相比较。

3. 电路暂态过程的研究

（1）线路如图5所示，取，，计算此时对应的临界电阻值。

（2）观察阻尼振荡状态并描绘振荡曲线。

①电阻从零开始增大，观察阻尼振荡的变化情况并分析原因，找出R和的关系。

②测量振荡周期，由示波器观察在方波的一个周期内衰减振荡的次数N，则振荡周期，并同用公式求出的相比较。

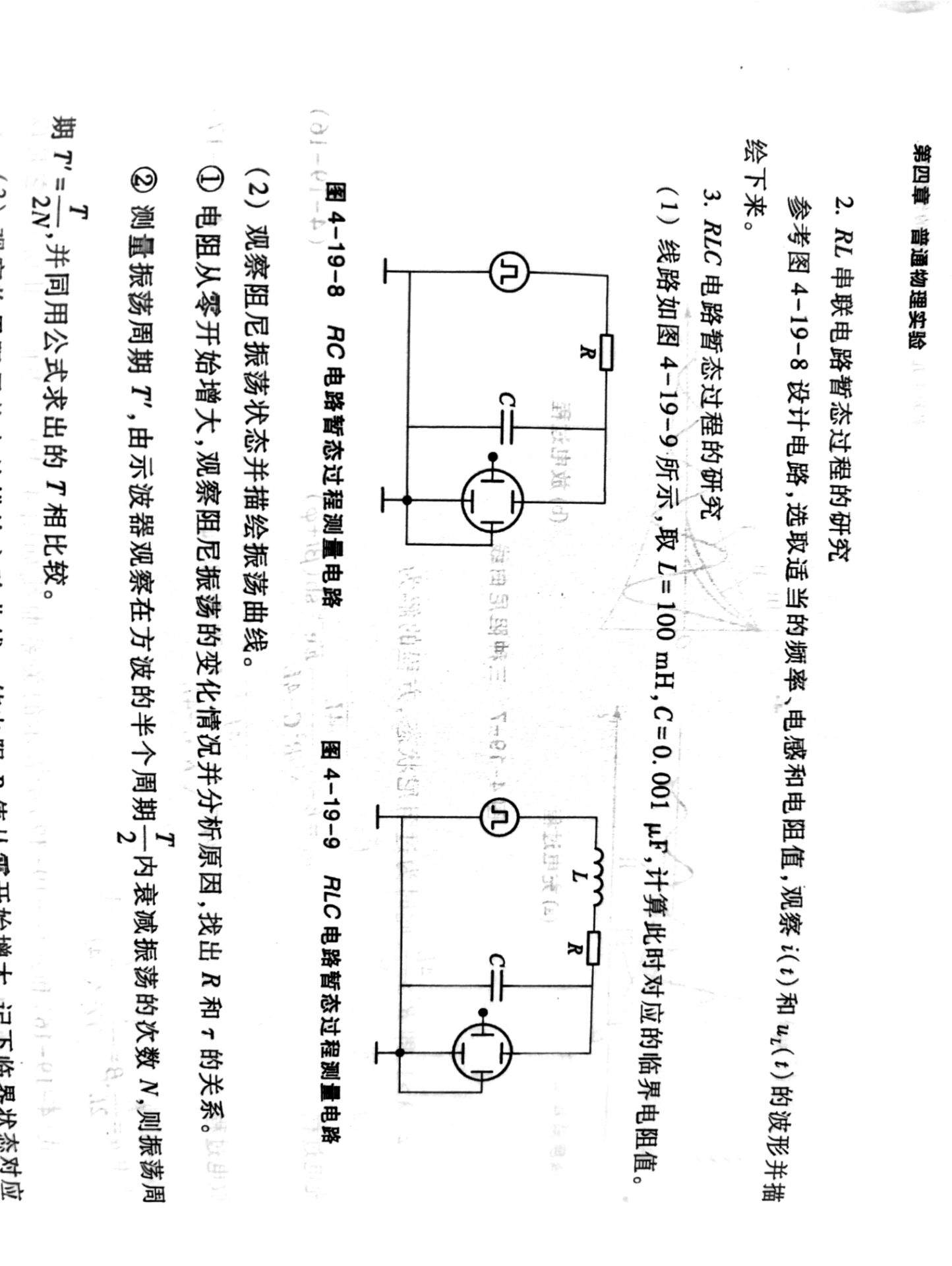


图4 RC电路暂态过程测量电路 图5 RLC电路暂态过程测量电路

（3）临界阻尼状态

观察波形，改变阻值 R 直到波形恰好失去波峰波谷，绘出曲线。记录此时方波、电感、电阻箱的阻值，加和得到临界阻值的测量值，并与理论值进行比较。

（4）过阻尼状态

继续加大阻值 R，直到过阻尼状态，绘出曲线。

4. 测量电路分布电容

令电容，再去观察波形，测量记录 次震荡所用时间，得到振荡周期。根据公式得到电路分布电容并对 R 的临界值进行修正。

1. 实验数据

表 、暂态过程研究

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 电路类型 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

表 串联电路阻尼振荡测量

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | 与的关系 |
|  |  |  |  |  |  | 越大，越大 |

表 临界阻尼测量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

表 测量电路分布电容

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. 计算与分析

对于电路分布电容：

由于

可解得：

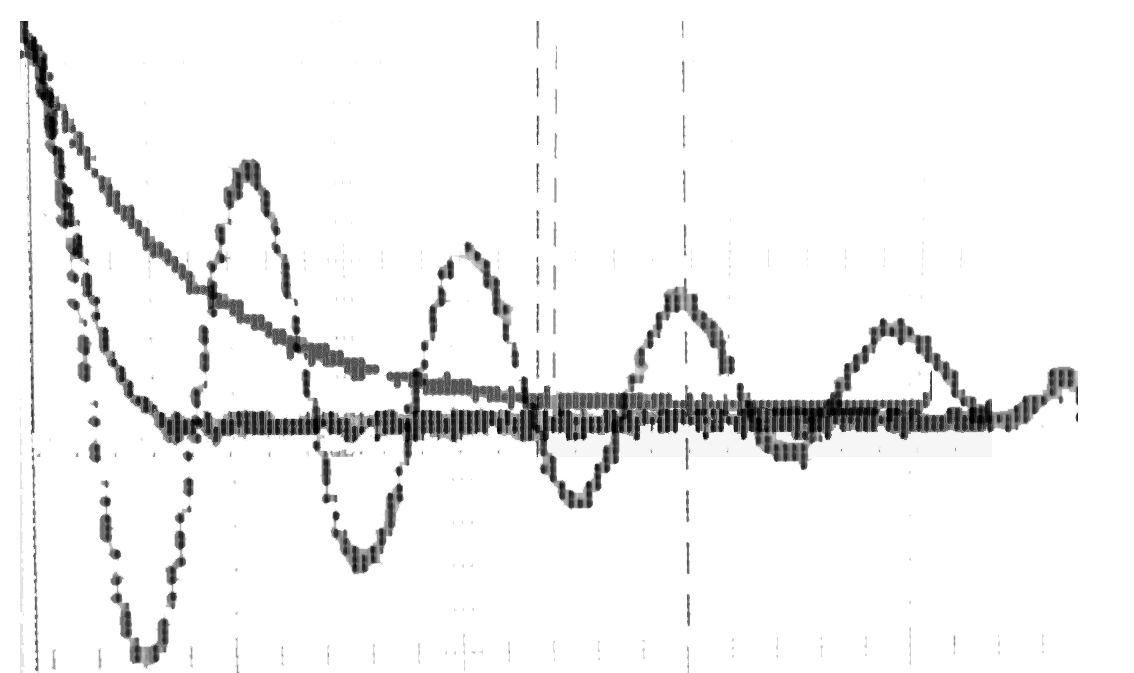
所以：

在电路测量中，误差为，测量中误差为，测量中误差为.临界电阻测量中，相对误差为.

可以看出实验误差比较大，推测可能是由于电感元件的实际电感与标注有一定的偏差，电路中导线等元件存在一定的电阻等误差导致。

RC串联电路图像 RL串联电路图像



过阻尼、临界阻尼、阻尼振荡三者信号输出图

1. 思考题
2. 在RC电路中，当比方波的半个周期大得多或小得多的时候（相差几十倍以上）各有什么现象？

当其很大时，会导致电容器无法完全充满或者释放电荷就进入下一个充放电周期，高频信号被抑制，而当很小时，电路的输出信号会近似为方波信号。

1. 说明RC电路组成的延时开关的工作原理。

RC电路在达到高电平和低电平时有一个时间差，我们可以通过不同的R、C值来调节其时间差，实现延时开关的效果。

1. 依据原理中RLC阻尼振荡时的公式，设计一个根据振荡振幅随时间的变化来测量值的方法。

在一个波形中，先确定的最大值此时对应时间再确定这段波形的两点的时间、，取平均 ，再由得到公式中余弦函数部分的圆频率，时刻对应阻尼振荡公式中余弦部分为0的时刻，此时的记为。通过与的差与圆频率ω可以得到公式中余弦函数部分的比值，再利用可得的值。

1. 电容、电感均为储能元件，试从能量转化观点分析解释阻尼振荡波形的原理及特点。

在RLC电路中，电容储存的是电势能，电感储存的是磁场能。当电路中产生振荡时，电势能和磁场能也会相互转换。当电荷从电容流向电感时，电容上的电势能减小，而电感中的磁场能增加；反之，当电荷从电感流回电容器时，电感中的磁场能减小，而电容上的电势能增加。这种周期性能量转换导致电路中的电流和电压产生振荡波形，而电阻起损耗作用，即将电磁能转化为热能耗散。